

**NILAI KUAT GESER TANAH LEMPUNG BAYAT KLATEN  
YANG DISTABILISASI DENGAN KAPUR DAN BUBUK  
ARANG TEMPURUNG KELAPA**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I  
pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik**

Oleh :

Muhammad Yusuf Bachtiar

NIM : D100 130 166

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2018**

## **LEMBAR PERSETUJUAN**

### **NILAI KUAT GESER TANAH LEMPUNG BAYAT KLATEN YANG DISTABILISASI DENGAN KAPUR DAN BUBUK ARANG TEMPURUNG KELAPA**

## **PUBLIKASI ILMIAH**

Oleh :

**MUHAMMAD YUSUF BACHTIAR**  
**NIM: D100 130 166**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing



Ir. Renanigsih, M.T.

NIK : 733

## LEMBAR PENGESAHAN

### NILAI KUAT GESER TANAH LEMPUNG BAYAT KLATEN YANG DISTABILISASI DENGAN KAPUR DAN BUBUK ARANG TEMPURUNG KELAPA

Oleh :

**MUHAMMAD YUSUF BACHTIAR**

**D 100 130 166**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Jumat, 02 November 2018

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**Dewan Penguji:**

- |   |             |         |
|---|-------------|---------|
| 1. Ir.Renaningsih,MT.<br>(Ketua Dewan Penguji)                | (NIK. 733)  | (.....) |
| 2. Anto Budi Listyawan, ST., Msc<br>(Anggota I Dewan Penguji) | (NIK. 913)  | (.....) |
| 3. Agus Susanto, ST., MT.<br>(Anggota II Dewan Penguji)       | ( NIK. 787) | (.....) |

Dekan,



**Ir. Sri Sunarjono, MT., PhD.**

**NIK : 682**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pemyataan saya di atas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, November 2018

Penulis



**MUHAMMAD YUSUF BACHTIAR**  
**D 100 130 166**

# **NILAI KUAT GESER TANAH LEMPUNG BAYAT KLATEN YANG DISTABILISASI DENGAN KAPUR DAN BUBUK ARANG TEMPURUNG KELAPA**

## **Abstrak**

Berdasarkan penelitian Desanta (2017) sifat fisis tanah di daerah Bayat yaitu  $w = 75\%$ ,  $G_s = 2,638$ ,  $LL = 63,90\%$ ,  $PL = 30,76\%$ ,  $SL = 12,38\%$ ,  $PI = 33,14\%$ . Dan untuk pembagian butiran tanah didapat lolos saringan No. 200 = 75%. Tanah di daerah Bayat terkenal kurang baik serta mudah mengalami kerusakan dan banyak jalan berlubang, *Crack*, bergelombang serta ambles dan menurut AASHTO masuk kelompok A-7-5 dan USCS kelompok CH. Pada Tugas akhir ini akan menggunakan tanah bayat sebagai *sample* dan Bahan stabilisasinya yaitu arang dan kapur dengan persentase 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10% dan 5% kapur. Uji sifat fisis tanah campuran arang yaitu meliputi kadar air, berat jenis, batas-batas *atterberg* dari uji tanah asli didapatkan batas- batas *atterberg* dengan nilai  $LL = 64,00\%$ ,  $PL = 24,13\%$ ,  $PI = 39,87\%$  dan  $SL = 20,82\%$ . Hal tersebut menunjukkan bahwa tanah Desa Beluk, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten adalah tanah lempung dengan plastisitas tinggi dan mempunyai sifat kohesif. Menurut metode ASSHTO termasuk dalam kelompok A-7-6 termasuk tanah lempung yang buruk dan tidak baik, sedangkan menurut metode USCS termasuk dalam kelompok CH yaitu tanah lempung tak organik dengan plastis tinggi. Uji DST menunjukkan penambahan persentase 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% Arang dan 5% kapur bahwa nilai kohesi dan sudut gesek dalam cenderung naik. Nilai kohesi terbesar adalah  $1,236 \text{ kg/cm}^2$  dan nilai sudut gesek dalam terbesar adalah  $21,10^\circ$ . Nilai tegangan normal  $4,47 \text{ kg/cm}^2$  dan tegangan geser cenderung mengalami kenaikan. Nilai tegangan geser terbesar  $2,957 \text{ kg/cm}^2$  pada tanah dengan campuran Arang 10% dan kapur 5% dan nilai tegangan geser terkecil  $1,848 \text{ kg/cm}^2$  pada tanah asli.

**Kata kunci :** Arang, Kapur, Kuat geser, Sifat fisis, Stabilisasi, Tanah lempung.

## **Abstract**

Based on Desanta (2017) research, the physical properties of soil in the Bayat.  $w = 75\%$ ,  $G_s = 2.638$ ,  $LL = 63.90\%$ ,  $PL = 30.76\%$ ,  $SL = 12.38\%$ ,  $PI = 33.14\%$ . And for the distribution of soil grains obtained, pass No. sieve. 200 = 75%. Land in the Bayat area is notoriously unfavorable and is easily damaged and

many potholes, cracks, bumps and collapsed and according to AASHTO belong to the A-7-5 and USCS groups in the CH group. In this final project will use bayat soil as a sample and stabilization materials are charcoal and lime with a percentage of 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10% and 5% lime. Physical properties test of charcoal mixed soil including water content, specific gravity, atterberg boundaries from the original soil test obtained atterberg boundaries with LL values 64.00%, PL 24.13%, PI 39.87% and SL 20, 82%. This shows that the land of Beluk Village, Bayat District, Klaten Regency is clay soil with high plasticity and has cohesive properties. According to the ASSHTO method included in group A-7-6 including bad and bad clay soil, according to the USCS method included in the CH group that is non-organic clay soil with high plasticity. The DST test shows the percentage addition of 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, and 10% charcoal and 5% lime that the value of cohesion and internal friction angle tends to increase. The largest cohesion value is 1,236 kg / cm<sup>2</sup> and the largest friction angle value is 21.10 °. Normal voltage values are 4.47 kg / cm<sup>2</sup> and shear stress tends to increase. The biggest shear stress value is 2.957 kg / cm<sup>2</sup> in soil with 10% charcoal mixture and 5% lime and the smallest shear stress value is 1.848 kg / cm<sup>2</sup> in the original soil.

**Keywords:** Charcoal, Lime, Shear Strength, Physical Properties, Stabilization, Clay Soil.

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan Infrastruktur saat ini begitu sangat cepat dan mengakibatkan kebutuhan akan material konstruksi meningkat pula serta bertambahnya inovasi yang terjadi dalam bidang konstruksi. Dewasa ini, hal pertama kali yang diperhatikan dalam pembangunan sebuah gedung atau infrastruktur, yaitu tanah. Peran tanah sangat penting dalam membangun sebuah konstruksi karena tanah merupakan tempat berdirinya suatu bangunan, dan tidak bisa dipungkiri tidak ada bangunan struktural yang tidak berdiri di atas tanah. Maka dari beberapa pernyataan di atas, akan dilakukan penelitian terhadap tanah yang berada di daerah Bayat, Tanah dari kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten Desanta (2017) sifat fisis tanah di daerah Bayat yaitu  $w = 75 \%$ ,  $G_s = 2,638$ ,  $LL = 63,90\%$ ,  $PL = 30,76 \%$ ,  $SL = 12,38 \%$ ,  $PI = 33,14 \%$ . Dan untuk pembagian butiran tanah didapat lolos saringan No. 200 = 75%, klasifikasi tanah menurut AASHTO tanah tersebut dalam kelompok A-7-5 yaitu lempung dan menurut USCS masuk golongan CH (lempung tak organik dengan plastis tinggi)

Perlu dilakukan perbaikan tanah dengan metode stabilisasi menggunakan Bubuk Arang tempurung kelapa di daerah Karanganyar. Penelitian unsur kimia

bubuk arang tempurung kelapa menurut Muh.Alwi (1998)  $\text{SiO}_2 = 4,64 \%$  ,  $\text{Fe}_2\text{O}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 1,39 \%$   $\text{CaO} = 6,26 \%$  dari hasil di atas perlu bahan tambah stabilisasi yang lainnya untuk mendukung unsur kimia yang dibutuhkan tanah untuk stabilisasi, maka menggunakan bahan tambah Kapur padam. Hasil dari penelitian ini akan ditindak lanjuti ,jika mampu memberikan konstribusi yang sangat membantu pada perkembangan infrastruktur dan bahan tambah yang digunakan juga mudah dijumpa yaitu kapur dan bubuk arang tempurung kelapa. Nantinya akan dilakukan pencampuran dengan kapur konsisten sebesar 5 % dan bubuk arang tempurung kelapa dengan variasi 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%.

## 2. METODE

Pengujian kuat geser langsung adalah untuk menentukan kuat geser tanah setelah mengalami konsolidasi akibat suatu beban dengan drainase 2 arah. Dalam perhitungan mekanika tanah kuat geser ini biasa dinyatakan dengan kohesi (c) dan sudut gesek dalam ( $\phi$ ).

(Hardiyatmo, 2010) Teori yang dipakai dalam menentukan kekuatan geser tanah umumnya adalah metode *Mohr-Coloumb*. *Mohr* dan *Coloumb* menyatakan bahwa kekuatan geser tanah ( $\tau$ ) merupakan fungsi dari kohesi dan sudut geser dalam tanah. Kekuatan geser tanah dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \dots\dots\dots (1)$$

dengan:  $\tau$  = Kuat geser tanah (kg/cm<sup>2</sup>)

c = Kohesi tanah (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma$  = Tegangan normal pada bidang runtuh (kg/cm<sup>2</sup>)

$\phi$  = Sudut gesek dalam tanah atau sudut gesek internal (derajat)

Pada saat pengujian kuat geser menggunakan rumus berikut:

$$\sigma = \frac{N}{A} \dots\dots\dots (2)$$

$$\tau = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (3)$$

dengan :  $\sigma$  = Tegangan normal (kg/cm<sup>2</sup>)

$\tau$  = Tegangan geser (kg/cm<sup>2</sup>)

N = Beban normal (kg)

P = Beban geser (kg)

A = Luas penampang (cm<sup>2</sup>)

### 3. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Kandungan Kimia Tanah Desa Beluk, Bayat, Klaten

Unsur	Hasil Pengujian (%)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,5503 (%)
CaO	1,9773 (%)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22,0784 (%)
MgO	4,0466 (%)
SiO <sub>2</sub>	40,8696 (%)

Sumber :Data Primer

Tabel 2. Hasil Kndungan Kimia Arang Daerah Karanganyar.

Unsur	Hasil Pengujian (%)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,6831 (%)
CaO	5,4185 (%)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,3993 (%)
MgO	2,7813 (%)
SiO <sub>2</sub>	28,6142 (%)

Sumber : Data Primer

Berdasarkan penelitian Wiqoyah (2006), unsur kimia yang terkandung didalam kapur dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Kimia Kapur (Wiqoyah, 2006).

Unsur	Hasil Pengujian (%)
SiO <sub>2</sub>	0,00 %
AlO <sub>3</sub>	0,00 %
FeO <sub>3</sub>	0,33 %
CaO	68,07 %
MgO	0,29 %
Na <sub>2</sub> O	0,09 %
K <sub>2</sub> O	0,02 %



MnO	0,02 %
TiO <sub>2</sub>	0,07 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,12 %
H <sub>2</sub> O	1,07 %
HD	28,91 %

Sumber : Data Sekunder

Tabel 4. Hasil uji kadar air dan uji *Specific Gravity* dari arang dan kapur

	Uji kadar air (%)	Uji <i>Specific Gravity</i>
Arang	4,88	1,88
Kapur	9,41	2,45
Arang & Kapur	-	2,17

*sample* tanah dari desa Beluk, kecamatan Bayat, kabupaten Klaten. Dan tanah yang digunakan dalam pengujian ini adalah tanah dalam kondisi kering udara. Pada penelitian ini uji fisis yang dilakukan meliputi uji kadar air, *specific gravity*, *Atterberg Limits*, dan analisa saringan. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6

Tabel 5. Hasil Pengujian Tanah Asli

<i>Specific Gravity</i>	Kadar air (%)	Batas Cair (%)	Batas Plastis (%)	Batas Susut (%)	Indeks Plastis (%)	Lolos Saringan No.200 (%)	<i>Group indeks</i> (GI)	Klasifikasi	
								AASHTO	USCS
2,73	9,726	64,64	24,13	20,63	40,52	86,5	38	A-7-6	CH

Tabel 6. Hasil Pengujian Bahan dengan Campuran

% Penambahan		<i>Specific gravity</i>	Kadar Air (%)	Batas Cair (%)	Batas Plastis (%)	Batas Susut (%)	Indeks Plastis (%)	Lolos saringan No. 200 (%)	Kel. Indeks (GI)	klasifikasi	
arang	kapur									AASHTO	USCS
0	5	2,72	9,648	62,50	25,79	22,23	36,71	84,00	34	A-7-6	CH
2,5	5	2,70	9,611	61,50	26,78	25,28	34,72	82,00	31	A-7-6	CH
5	5	2,69	9,428	60,50	28,64	25,87	31,86	80,00	28	A-7-6	CH
7,5	5	2,69	9,361	59,00	29,80	26,06	29,20	79,00	25	A-7-6	CH
10	5	2,68	9,272	59,00	30,12	26,79	28,88	77,00	24	A-7-5	CH

Tabel 7. Hasil uji pemadatan tanah

Sampel	Variasi	w <sub>opt</sub> (%)	γ <sub>d</sub> maks (gr/cm <sup>3</sup> )
1	Tanah Asli	22,00	1,30
2	Tanah Asli + Arang 0% + Kapur 5%	21,50	1,33
3	Tanah Asli + Arang 2,5% + Kapur 5%	21,00	1,36
4	Tanah Asli + Arang 5% + Kapur 5%	21,00	1,39
5	Tanah Asli + Arang 7,5% + Kapur 5%	19,50	1,40
6	Tanah Asli + arang 10% + Kapur 5%	18,00	1,45

Pengujian geser langsung untuk menentukan parameter geser tanah yaitu sudut gesek dalam ( $\phi$ ) dan kohesi ( $c$ ), berikut hasil uji DST pada tanah asli dan tanah campuran

Tabel 8. Hasil DST pada tanah asli dan campuran

Pengujian <i>Direct Shear</i> <i>Test</i>	Tanah Asli	Penambahan Arang dan Kapur (%)				
		0% & 5%	2,5% & 5%	5% & 5%	7,5% & 5%	10% & 5%
Kohesi (kg/cm <sup>2</sup> )	0,970	1,111	1,171	1,173	1,207	1,236
Sudut gesek dalam (°)	12,43	13°	15,58°	17,16°	18,72°	21,10°

Tabel 9. Hasil Tegangan Normal dan Tegangan Geser Pada Tanah Asli dan campuran

Nama Sampel	Tegangan Normal ( $\sigma$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )	Tegangan Geser ( $\tau$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )
Tanah Asli	4,47	1,848
Tanah + arang 0% & kapur 5%	4,47	2,171
Tanah + arang 2,5% & kapur 5%	4,47	2,310
Tanah + arang 5% & kapur 5%	4,47	2,495
Tanah + arang 10% & kapur 5%	4,47	2,957

#### 4. PENUTUP

Dari hasil Penelitian di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta dengan sampel Tanah lempung Desa Beluk, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten setelah dilakukan stabilisasi dengan arang dan kapur dengan kesimpulan berikut:

- a. Pengujian fisis tanah asli tanah Desa Beluk, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten didapat kadar air ( $w$ ) 9,726% , *specific gravity* ( $G_s$ ) 2,730, batas cair ( $LL$ ) 64,00%, batas plastis ( $PL$ ) 24,13%, batas susut ( $SL$ ) 20,82% dan indeks plastisitas ( $PI$ ) 39,87%. Dengan klasifikasi tanah menurut ASSHTO termasuk kelompok A-7-6 dan menurut USCS termasuk kelompok *CH* lempung anoranic dengan plastis tinggi,lempung gemuk.
- b. Pengujian fisis tanah campuran menunjukkan bahwa nilai,  $w$ ,  $G_s$ ,  $LL$ ,  $PI$ ,  $SL$  dan lolos saringan No. 200 turun bersamaan ditambahnya arang 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% dan kapur 5% dari berat sampel dan nilai  $PL$  meningkat. arang 0%, 2,5%, 5% dan 7,5%,10% dan kapur 5% dari berat sampel tanah menurut AAHSTO termasuk kelompok A-7-6 dan menurut USCS dikategorikan dalam spesifikasi CH lempung anorganic dengan plastis tinggi, lempung gemuk.
- c. Pengujian pemadatan tanah dengan *Standard Proctor* pada tanah asli maupun tanah campuran dengan persentase arang 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% dan kapur 5% dari berat sampel tanah Nilai berat volume kering maksimum tertinggi pada persentase penambahan arang 10% dan kapur 5% yaitu sebesar  $1,45 \text{ gr/cm}^3$ . Nilai kadar air optimum terendah pada penambahan arang 10% dan kapur 5% yaitu sebesar 18%. Nilai kohesi dan sudut gesek dalam pada tanah campuran cenderung mengalami peningkatan, dengan kohesi terbesar yaitu  $1,236 \text{ kg/cm}^2$  dan sudut gesek dalam tersesar yaitu  $21,10^\circ$  yang keduanya terjadi pada tanah campuran 10% *tras* dan 5% kapur. Nilai  $\tau$  meningkat yaitu  $2,957 \text{ kg/cm}^2$  yang terjadi pada tanah dengan campuran 10% *tras* dan 5% kapur.

#### 4.1 Saran

Setelah mengevaluasi hasil penelitian yang telah dilakukan untuk tugas akhir ini, ada saran sebagai berikut:

- a Dalam hasil uji sebaiknya membuat 2 *sample* atau lebih untuk mendapatkan nilai yang lebih tepat.
- b Dalam penelitian diperhatikan dengan cermat penggunaan alat agar tidak terjadi kesalahan saat menggunakan alat.
- c Perlu dilakukan perbaikan dan perawatan untuk alat-alat yang ada di Laboratorium agar mendapatkan hasil penelitian yang lebih akurat.
- d Perlu dilakukan pengujian dengan bahan stabilisasi lainnya.
- e Perlu dilakukan perendaman lebih dari 24 jam agar tanah benar-benar dalam kondisi jenuh.
- f Perlu dilakukan pengujian kadar air setelah melakukan pengujian *Direct Shear Test* (DST)

#### DAFTAR PUSTAKA

- ASTM., 1981, "Annual Book of ASTM", Philadelphia, USA.
- Bowles J.E., 1991, "Sifat-sifat Fisis Tanah dan Geoteknis Tanah", Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Cassagrande, A., 1948, "Classification and Identification of Soils", Transactions, ASCE, Vol.113.
- Das, B.M., 1995, "Principles of Geoteknik Engineering", PWS Publisher, Boston.
- Desanta, Carlo., 2017. "Pemanfaatan Abu Sekam Padi Terhadap Nilai Kuat Dukung Tanah Bayat Klaten", Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Hardiyatmo, H.C., 2010, “Mekanika Tanah I” edisi ke V, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

<https://media.neliti.com/media/publications/221569-pengaruh-arang-tempurung-kelapa-terhadap.pdf>

Kristanti, E.J., 2010, “Tinjauan Kuat Dukung Subgrade Jalan (Kasus Kerusakan Jalan Beluk, Bayat, Klaten)”, Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Malikhi, I., 2016, “Studi Perbandingan Kuat Geser Tanah Lempung Lunak Yang Distabilisasi Dengan Kolom Kapur Dan Kolom Campuran Pasir Kapur”, Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Mustikaningati, Putri., 2017, “Nilai Kuat Geser Tanah Bayat, Klaten Yang Distabilisasi Dengan Campuran *Tras* dan Kapur”

Wiqoyah, Q., 2007, “Pengaruh *Tras* Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah Lempung, dinamika TEKNIK SIPIL, Volume 7, Nomor 2, Juli 2007 : 147 – 153.